



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 33 036 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 01 M 8/04

②1 Aktenzeichen: 100 33 036.3
②2 Anmeldetag: 7. 7. 2000
④3 Offenlegungstag: 18. 1. 2001

DE 100 33 036 A 1

③0 Unionspriorität:
P-11-196058 09. 07. 1999 JP

⑦1 Anmelder:
Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

⑦4 Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
80538 München

⑦2 Erfinder:
Iwasaki, Yasukazu, Yokosuka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Brennstoffzellensystem und Verfahren für das Steuern von seinem Betriebsdruck

⑤7 Ein Brennstoffzellensystem ist mit einem Wassertank, einem Reformer, der ein reformiertes Gas durch das Reformieren eines Brennstoffs unter Verwendung von Wasser aus dem Wassertank erhält, und einem Kondensator, der Wasser aus dem Abgas vom Kondensator wiedergewinnt und das Wasser in den Wassertank zurückführt, versehen. Ein Verfahren für das Steuern des Betriebsdrucks wird auf ein solches Brennstoffzellensystem angewandt. Hier wird in Erwiderung auf die Abgastemperatur des Kondensators der Gleichgewichts-Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems, an dem sich das Hineinfließen und das Herausfließen von Wasser im Brennstoffzellensystem im Gleichgewicht befindet, berechnet, und es wird der Druck des maximalen Betriebswirkungsgrades, bei dem der Betriebswirkungsgrad des Brennstoffzellensystems maximal ist, berechnet. Die Steuerung des Betriebsdrucks des Brennstoffzellensystems wird so durchgeführt, daß es den höheren Druck des Gleichgewichts-Betriebsdrucks und des Drucks des maximalen Betriebswirkungsgrades annimmt.

DE 100 33 036 A 1

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Brennstoffzellensystem und ein Verfahren für das Steuern des Betriebsdrucks eines Brennstoffzellensystems, und insbesondere auf ein Brennstoffzellensystem, in dem vorzugsweise Wasser aus dem Abgas, das aus einer Brennstoffzelle abgegeben wird, wiedergewonnen und gesammelt werden kann, und auf ein Verfahren für das Steuern von seinem Betriebsdruck.

Nach einer Untersuchung, die durch den Erfinder der vorliegenden Anmeldung durchgeführt wurde, stellt eine Konfiguration, die in einem Brennstoffzellen-Fahrzeug 101 montiert ist, wie das in Fig. 9 gezeigt ist, eine Konfiguration eines Brennstoffzellensystems dar.

Im Brennstoffzellensystem SS des Brennstoffzellen-Fahrzeugs 101 wird Methanol 17, der als Brennstoff verwendet wird, durch einen Reformier 13 unter Verwendung von Wasser 21 mit Dampf reformiert, um somit ein reformiertes Gas 23, das Wasserstoff enthält, zu erzeugen, wobei dieses zur Anodenseite der Brennstoffzelle 29 geführt wird.

Luft 27 aus einem Kompressor 29 wird zur Kathodenseite der Brennstoffzelle 29 gesandt.

In der Brennstoffzelle 29 werden der Wasserstoff, der im reformierten Gas 23 enthalten ist, und der Sauerstoff, der in der Luft 27 enthalten ist, verwendet, um elektrische Leistung zu erzeugen.

Der Wasserstoff, der im reformierten Gas 23 enthalten ist, und der Sauerstoff, der in der Luft 27 enthalten ist, werden nicht vollständig in der Brennstoffzelle 29 verbraucht, wobei ein nicht verbrauchter Teil über einen Kondensator 35 an einem Combustor 37 als reformiertes Abgas 31 und als Abluft 33 gesandt wird.

Im Combustor 37 werden das reformierte Abgas 31 und die Abluft 33 zusammen mit der Luft 39 vom Kompressor 25 und dem Methanol aus einem Methanoltank 15 verbrannt, wobei die Wärme dieser Verbrennungsreaktion wieder als Wärmequelle für das Verdampfen des Methanols 17 und des Wassers 21 im Reformier 13 verwendet wird.

In einer Systemsteuervorrichtung 57 wird, basierend auf den Druckwerten der Luft und des reformierten Gases, die durch Drucksensoren 59 und 61, die der Brennstoffzelle 29 vorgeschaltet sind, detektiert werden, die Öffnung der Druckeinstellventile 63 und 65, die nach dem Kondensator 35 vorgesehen sind, gesteuert, um somit den Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems SS, der den Betriebsdruck der Brennstoffzelle 29 darstellt, zu steuern. Wenn die Betriebslast der Brennstoffzellensystems SS groß ist, so wird die Steuerung so durchgeführt, daß dieser Betriebsdruck erhöht wird, um die maximale elektrische Leistung aus dem Brennstoffzellensystem SS zu erhalten. Wenn die Betriebslast jedoch kleiner ist, so wird die Steuerung so durchgeführt, daß der Betriebsdruck vermindert wird, um den Wirkungsgrad des Brennstoffzellensystems SS zu erhöhen.

Beim Kondensator 35 wird Kühlwasser W verwendet, um das reformierte Abgas 31 und die Abluft 33, die von der Brennstoffzelle 29 abgegeben werden, zu kühlen, wobei der Dampf, der im reformierten Abgas 31 und der Abluft 33 enthalten ist, kondensiert und wiedergewonnen wird, wobei das wiedergewonnene Wasser 43 in einen Wassertank zurückgeführt wird.

In Fig. 9 zeigt die dicke durchgezogene Linie EL die elektrische Sammelleitung an, und EXT bezeichnet das Abgas vom Combustor 37.

In einigen Fällen wird Luft A vom Kompressor 25 zum Reformier 13 gesandt.

Im oben erwähnten Brennstoffzellensystem stellt jedoch die Systemsteuervorrichtung 57, basierend auf den Druckwerten der Luft und des reformierten Gases, die durch Drucksensoren 59 und 61, die vor der Brennstoffzelle 29 vorgesehen sind, gemessen werden, die Öffnungen der Druckeinstellventile 63 und 65, die hinter dem Kondensator 35 vorgesehen sind, ein, um den Betriebsdruck der Brennstoffzelle 29 zu steuern.

Aus diesem Grund hängt die Wiedergewinnung des Wassers durch den Kondensator 35 vom Betriebszustand der Systemsteuervorrichtung 57 ab.

Somit kann man erkennen, daß in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Systemsteuervorrichtung 57, eine Verminderung der Menge des Wassers, das in den Wassertank 19 vom Kondensator 35 rückgeführt wird, auftritt.

Um unter Berücksichtigung des obigen Sachverhalts zu verhindern, daß das Wasser im Wassertank 19 ausgeht, kann man dessen Kapazität erhöhen. Dies ist jedoch beim Installieren des Brennstoffzellensystems SS in einem Fahrzeug nicht wünschenswert.

Beim Brennstoffzellensystem SS ist es notwendig, den Wassertank 19 mit Wasser aufzufüllen, bevor er leer ist, was jedoch beispielsweise passieren kann, während das Fahrzeug betrieben wird, was problematisch ist.

Somit wurde die vorliegende Erfindung unter Erwägung der obigen Untersuchung durchgeführt, wobei ihre Aufgabe darin liegt, ein Brennstoffzellensystem und ein Verfahren für das Steuern des Betriebsdrucks dieses Systems zu liefern, so daß im wesentlichen kein Auffüllen des Wassers, das im Brennstoffzellensystem verwendet wird, notwendig ist, und somit der praktische Betrieb erleichtert wird.

Ein Brennstoffzellensystem gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt: einen Wassertank, einen Reformier, der reformiertes Gas erhält, indem er Brennstoff unter Verwendung von Wasser aus dem Wassertank reformiert, eine Brennstoffzelle, die elektrische Leistung unter Verwendung von reformiertem Gas vom Reformier und Gas, das Sauerstoff einschließt, erzeugt, einen Kondensator, der Wasser aus dem Abgas der Brennstoffzelle wieder gewinnt, wobei das durch den Kondensator wiedergewonnene Wasser in den Wassertank rückgeführt wird, einen Abgastemperaturdetektor für das Detektieren der Temperatur des Abgases vom Kondensator, und eine Betriebsdrucksteuervorrichtung, die den Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems steuert. Hier berechnet die Betriebsdrucksteuervorrichtung in Erwiderung auf die Temperatur des Abgases vom Kondensator, die durch den Abgastemperaturdetektor detektiert wird, einen Gleichgewichts-Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems, bei dem das Einfließen und das Herausfließen von Wasser im Brennstoffzellensystems sich im Gleichgewicht befindet, in Erwiderung auf die Betriebslast des Brennstoffzellensystems, sie berechnet den Druck des maximalen Betriebswirkungsgrades, bei dem der Betriebswirkungsgrad des Brennstoffzellensystems maximal ist, und sie führt eine Steuerung des Betriebsdrucks des Brennstoffzellensystems durch, um einen höheren Druck des Gleichgewichts-Betriebsdrucks und des Betriebsdrucks für den maximalen Wirkungsgrad zu erzielen.

Anders ausgedrückt, umfaßt ein Brennstoffzellensystem gemäß der vorliegenden Erfindung folgendes: einen Wassertank, einen Reformier, der reformiertes Gas durch das Reformieren von Brennstoff unter Verwendung von Wasser vom Wassertank erhält, eine Brennstoffzelle, die elektrische Leistung unter Verwendung von reformiertem Gas vom Reformier und Gas, das Sauerstoff enthält, erzeugt, einen Kondensator, der Wasser aus dem Abgas der Brennstoffzelle wie-

dergewinnt, wobei das durch den Kondensator wieder gewonnene Wasser in den Wassertank rückgeführt wird, eine Abgastemperaturdetektionsvorrichtung für das Detektieren der Temperatur des Abgases vom Kondensator, und eine Betriebsdrucksteuervorrichtung für das Steuern des Betriebsdrucks des Brennstoffzellensystems. Hier berechnet die Betriebsdrucksteuervorrichtung in Erwiderung auf die Temperatur des Abgases vom Kondensator, die durch die Abgastemperaturdetektionsvorrichtung detektiert wird, einen Gleichgewichts-Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems, bei dem sich das Hineinfließen und Herausfließen von Wasser im Brennstoffzellensystem in einem Gleichgewicht befindet, in Erwiderung auf die Betriebslast des Brennstoffzellensystems, sie berechnet den Betriebsdruck für einen maximalen Wirkungsgrad, bei dem der Betriebswirkungsgrad des Brennstoffzellensystems ein Maximum aufweist, und sie führt eine Steuerung des Betriebsdrucks des Brennstoffzellensystems durch, um beim Gleichgewichts-Betriebsdruck und beim Betriebsdruck für den maximalen Wirkungsgrad einen höheren Druck zu erzielen.

Andererseits wird ein Verfahren für das Steuern des Betriebsdrucks eines Brennstoffzellensystems gemäß der vorliegenden Erfindung auf ein Brennstoffzellensystem angewandt, das einen Wassertank, einen Reformer, der reformiertes Gas durch das Reformieren eines Brennstoffs unter Verwendung von Wasser aus einem Wassertank erhält, eine Brennstoffzelle, die elektrische Leistung unter Verwendung reformierten Gases vom Reformer und eines Gases, das Sauerstoff enthält, erzeugt, und einen Kondensator, der Wasser aus dem Abgas von der Brennstoffzelle wiedergewinnt und das Wasser in den Wassertank zurück führt, umfaßt. Hier detektiert das Verfahren die Temperatur des Abgases vom Kondensator, berechnet in Reaktion auf die Temperatur des Abgases vom Kondensator einen Gleichgewichts-Betriebsdruck der Brennstoffzelle, bei dem das Hineinfließen und das Herausfließen des Wassers im Brennstoffzellensystem ausgeglichen ist, berechnet die Betriebslast des Brennstoffzellensystems, berechnet den Betriebsdruck des maximalen Wirkungsgrades, bei dem der Wirkungsgrad des Betriebs des Brennstoffzellensystems maximal ist, und steuert den Druck des Brennstoffzellensystems, um einen höheren Druck beim Gleichgewichts-Betriebsdruck und beim Betriebsdruck für einen maximalen Wirkungsgrad zu erzielen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine Zeichnung, die ein Brennstoffzellen-Fahrzeug zeigt, in welchem ein Brennstoffzellensystem gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung montiert ist.

Fig. 2 ist eine Zeichnung, die ein Diagramm A für das Bestimmen des Betriebsdrucks maximalen Wirkungsgrades Plod, an welchem der Systemwirkungsgrad maximal ist, in Erwiderung auf die Betriebslast L des Brennstoffzellensystems gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt.

Fig. 3 ist ein Diagramm B, das die gegenseitige Beziehung zwischen der Ausflußtemperatur T des Kondensators und dem Gleichgewichts-Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems P_{end} , bei welchem sich das Hineinfließen und das Herausfließen von Wasser im Brennstoffzellensystem im Gleichgewicht befindet, gemäß der vorliegenden Ausführungsform darstellt.

Fig. 4 ist ein Flußdiagramm, das den Betrieb des Brennstoffzellensystems gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt.

Fig. 5 ist eine Zeichnung, die ein Brennstoffzellen-Fahrzeug zeigt, in welches ein Brennstoffzellensystem gemäß ei-

ner zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung montiert ist.

Fig. 6 zeigt ein Diagramm C für das Bestimmen der Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v aus der Wasserpegeldifferenz, bis der Wasserpegel H des Wassertanks optimal gemacht ist, gemäß der vorliegenden Ausführungsform.

Fig. 7 ist ein Diagramm D, das die gegenseitige Beziehung zwischen der Ausflußtemperatur T des Kondensators, der Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v im Brennstoffzellensystem und dem Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{end} gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt.

Fig. 8 ist ein Flußdiagramm, das den Betrieb eines Brennstoffzellensystems gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt.

Fig. 9 ist eine Zeichnung, die die Konfiguration einer Brennstoffzelle, die durch den vorliegenden Erfinder untersucht wurde, zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Ausführungsformen eines Brennstoffzellensystems und eines Verfahrens für das Steuern von seinem Betriebsdruck gemäß der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend im Detail beschrieben, wobei auf die relevanten begleitenden Zeichnungen Bezug genommen wird.

Eine erste Ausführungsform eines Brennstoffzellensystems und eines zugehörigen Betriebsdrucksteuerverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezug auf die **Fig. 1** bis **4** beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Brennstoffzellen-Fahrzeug **11**, in welchem ein Brennstoffzellensystem S1 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung installiert ist.

In **Fig. 1** verwendet ein Reformer **13** Wasser, das von einem Wassertank **19** geliefert wird, um als Brennstoff von einem Methanoltank **15** zugeführtes Methanol **17** mit Dampf zu reformieren, um ein reformiertes Gas **23** zu erzeugen, das Wasserstoff enthält. Die Dampfreformierung stellt eine endotherme Reaktion dar.

In einigen Fällen verwendet der Reformer **13** Luft A, die vom Kompressor **25** geliefert wird, um das Methanol **17**, das vom Methanoltank **15** geliefert wird, teilweise zu oxidieren, um somit ein reformiertes Gas zu erzeugen. Diese Oxidationsreformierung ist eine exotherme Reaktion.

Reformiertes Gas **23**, das vom Reformer **13** geliefert wird, und Luft **27**, die vom Kompressor **5** geliefert wird, werden zur Anodenseite beziehungsweise Kathodenseite der Brennstoffzelle geliefert, um somit Elektrizität, das heißt, elektrische Leistung unter Verwendung des Wasserstoffs im reformierten Gas **23** und des Sauerstoffs in der Luft **27** zu erzeugen.

Der Wasserstoff im reformierten Gas **23** und der Sauerstoff in der Luft **27** werden nicht vollständig in der Brennstoffzelle **29** verbraucht; ein Teil von ihnen bleibt übrig und wird abgeführt. Das heißt, das reformierte Abgas **31** und die Abluft **33** werden über den Kondensator **35** zum Combustor **37** gesandt.

Im Combustor **37** werden das reformierte Abgas **31** und die Abluft **33** zusammen mit der Luft **39**, die vom Kompressor **25** geliefert wird, und dem Methanol **17**, das vom Methanoltank **15** geliefert wird, verbrannt.

Die Hitze der Verbrennungsreaktion im Combustor **37** wird wieder verwendet, um das Methanol **17** und das Wasser im Reformer **13** zu verdampfen, und als eine Hitzequelle für die endotherme Reaktion der Dampfreformierung.

Der Kondensator **35** verwendet Kühlwasser W aus einem Radiator **41** um mittels eines Wärmetausches das reformierte Abgas **31** und die Abluft **33**, die jeweils von der

Brennstoffzelle 29 abgegeben werden, zu kühlen, wobei der darin enthaltene Dampf kondensiert und wiedergewonnen wird und als wiedergewonnenes Wasser 43 in den Wassertank 19 rückgeführt wird.

Eine Batterie 45 sammelt elektrische Leistung, die durch die Brennstoffzelle 29 erzeugt wird, und regenerativ erzeugte elektrische Leistung, die durch einen Motor 47 erzeugt wird, wenn das Fahrzeug sich verlangsamt.

Eine Einstellvorrichtung 49 für die elektrische Leistung führt in Erwiderung auf ein Steuersignal von einer elektrischen Leistungssteuerung 51 in dem Fall, bei dem es für die elektrische Leistung, die durch die Brennstoffzelle 29 erzeugt wird, nicht möglich ist, genügend elektrische Leistung für den Verbrauch durch den Motor 47 beim Fahren und für den Verbrauch der Hilfsausrüstung, wie dem Kompressor 25, dem Reformier 13 und dem Combustor 29 zu liefern, eine passende elektrische Leistungsverteilung vor, wie beispielsweise eine Lieferung von elektrischer Leistung an den Motor 47 von der Batterie 45, und elektrischer Leistung an eine Hilfsausrüstung, wie den Kompressor 25, um die ungenügende elektrische Leistung zu vermehren.

Die elektrische Leistungssteuerung 51 sendet auf der Basis eine Detektionssignals, das der Größe des Niederdrückens des Gaspedals 53, die durch einen Positionssensor 55 detektiert wird, entspricht, ein Steuersignal an eine elektrische Leistungseinstellvorrichtung 49, um so die elektrische Leistung mittels der elektrischen Leistungseinstellvorrichtung 49 passend zu verteilen.

Innerhalb der elektrischen Leistungseinstellvorrichtung 49 sind ein Spannungssensor SV und ein Stromsensor SI vorgesehen, die die Spannung und den Strom, der durch die Brennstoffzelle 29 erzeugt wird, detektieren, wobei das Detektionsergebnis an eine Systemsteuerung 57 ausgegeben wird.

Ein Luftdrucksensor 59 detektiert den Druck der Luft 27, die vom Kompressor 25 zur Brennstoffzelle 29 geliefert wird, wobei der gemessene Luftdruckwert an die Systemsteuervorrichtung 57 ausgegeben wird.

Ein Drucksensor 61 für das reformierte Gas detektiert den Druck des reformierten Gases, das an die Brennstoffzelle 29 vom Reformier 13 geliefert wird, wobei der detektierte Druckwert des reformierten Gases an die Systemsteuervorrichtung 57 ausgegeben wird.

Ein Ventil 63 zum Einstellen des Drucks des reformierten Abgases stellt den Druck des reformierten Abgases, das an den Combustor 37 vom Kondensator 35 gesendet wird, ein.

Ein Ventil 65 für das Einstellen des Abluftdruckes stellt den Druck der Abluft, die vom Kondensator 35 an den Combustor 37 gesandt wird, ein.

Ein Temperatursensor 67 ist nahe dem Auslaß des Kondensators 35 angeordnet und detektiert die Auslaßtemperatur der Abluft, die aus dem Kondensator 35 ausgegeben wird, wobei diese zur Systemsteuervorrichtung 57 gesandt wird. Die Montageposition des Temperatursensors 67 kann, um die Temperatur des reformierten Abgases des Kondensators 35 zu detektieren, in der Nähe des Auslasses des reformierten Abgases (gestrichelte Linie in Fig. 1) des Kondensators 35 angeordnet sein. In dieser Ausführungsform befindet sich die Montageposition, um die typische Auslaßtemperatur der Abluft zu detektieren, nahe dem Auslaß der Abluft des Kondensators 35 (durchgezogene Linie in Fig. 1).

Die Systemsteuerung 57 überwacht den Luftdruck, der durch den Drucksensor 59 detektiert wird, und den Druckwert des reformierten Gases, der durch den Drucksensor 61 detektiert wird, und stellt die Öffnung der Druckeinstellventile 63 und 65 so ein, daß der Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems gesteuert wird, insbesondere um den Betriebsdruck der Brennstoffzelle 29 zu steuern. Die System-

steuerung 57 berechnet auf der Basis der Spannung V und des Stroms I, die durch den Spannungssensor SV und den Stromsensor SI in der elektrischen Leistungseinstellvorrichtung 49 detektiert werden, die Betriebslast des Brennstoffzellensystems S1. Zusätzlich berechnet die Systemsteuervorrichtung 57 in Erwiderung auf die Temperatur T der Abluft, die aus dem Kondensator 35 abgegeben wird, und die durch den Temperatursensor 67 detektiert wird, den Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{end} der Brennstoffzelle 29, bei welchem das Hineingeben und Herauslassen von Wasser im Brennstoffzellensystem S1 sich im Gleichgewicht befindet, und sie berechnet in Erwiderung auf die Betriebslast des Brennstoffzellensystems S1 den Betriebsdruck P_{lod} für den maximalen Wirkungsgrad, an dem der Wirkungsgrad des Betriebs des Brennstoffzellensystems S1 maximal ist, und sie führt weiter eine Steuerung des Betriebsdrucks der Brennstoffzelle 29 so durch, daß sie den höheren Druck des Gleichgewichts-Betriebsdruckes P_{end} und des Drucks P_{lod} des maximalen Betriebswirkungsgrades erzielt. Die Systemsteuervorrichtung 57 hat in sich eine Vielzahl von Verzeichnissen oder Diagrammen, die nachfolgend beschrieben werden, um das Brennstoffzellensystem S1 zu steuern, wobei diese Verzeichnisse im Vorhinein in einem Steuer-ROM gespeichert werden.

Das Diagramm A, das in Fig. 2 gezeigt ist, stellt den Druck P_{lod} für einen maximalen Betriebswirkungsgrad dar, wobei an diesem der Betriebswirkungsgrad der Brennstoffzelle 29 maximal ist, in Erwiderung auf die Betriebslast des Brennstoffzellensystems S1, wobei dieses Diagramm im Vorhinein in einem ROM der Systemsteuervorrichtung 57 gespeichert ist.

Insbesondere führt die Systemsteuervorrichtung 57 in Erwiderung auf eine Betriebslast L des Brennstoffzellensystems S1 eine Steuerung des Brennstoffzellensystems S1 durch, um den Druck P_{lod} für den maximalen Betriebswirkungsgrad, der aus dem Diagramm A bestimmt wird, zu erzielen, wobei das Diagramm A die gegenseitige Beziehung zwischen der Betriebslast L und dem Druck P_{lod} für den maximalen Betriebsdruck darstellt, in Erwiderung auf die Betriebslast des Brennstoffzellensystems S1. Dieser Druck P_{lod} für den maximalen Betriebswirkungsgrad wird so errichtet, daß in dem Fall, bei dem die Betriebslast L groß ist, der Betriebsdruck höher gemacht wird, um eine maximale elektrische Leistung vom Brennstoffzellensystems S1 zu erreichen, und in dem Fall, in welchem die Betriebslast niedrig ist, der Betriebsdruck niedriger gemacht wird, um den Wirkungsgrad des Brennstoffzellensystems S1 zu erhöhen, indem der Systemwirkungsgrad des Brennstoffzellensystems S1 in Erwiderung auf die Betriebslast L maximiert wird.

Das Diagramm B, das in Fig. 3 gezeigt ist, stellt die gegenseitige Beziehung zwischen der Auslaßtemperatur T des Kondensators 35, wobei dies insbesondere die Auslaßtemperatur der Abluft des Kondensators ist, und dem Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{end} der Brennstoffzelle 29, bei dem das Hineingeben von Wasser und das Abgeben von Wasser im Brennstoffzellensystem S1 ausgeglichen ist, dar, wobei dieses Diagramm im Vorhinein in einem ROM in der Systemsteuervorrichtung 57 gespeichert wird. P_{min} , das in Fig. 3 gezeigt ist, ist der untere Grenzwert des Druckes, an dem eine normale Lieferung von reformiertem Gas und Luft möglich ist. Dies ergibt sich durch einen Druckverlust, der beispielsweise im Combustor 37 und den Rohren auftritt.

Um den Betrieb durch das Wiedergewinnen von Wasser durch den Kondensator 35 fortzusetzen, so daß das Wasser im Brennstoffzellensystem S1 nicht ausgeht, kann insbesondere der Betriebsdruck der Brennstoffzelle 29 in Erwiderung auf die Auslaßtemperatur T des Kondensators 35 auf

einen Wert eingestellt werden, der größer als der Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} auf der Leitung RD für den Nennbetrieb ist, wie das in Fig. 3 gezeigt ist.

In diesem Fall wird, wenn die Einstellung auf einen Betriebsdruck, der höher als die Leitungs-RD für den Nennbetrieb ist, Wasser durch den Kondensator 35 wiedergewonnen und gesammelt.

Im mittleren Lastzustand kann die Leitung MD für den Betrieb bei mittlerer Last verwendet werden, und für einen Schwachlastbetrieb kann die Leitung LD für einen Schwachlastbetrieb verwendet werden.

Als nächstes wird nachfolgend der Betrieb eines Brennstoffzellensystems S1 gemäß dieser Ausführungsform im Detail beschrieben, wobei man dem Flußdiagramm der Fig. 4 folgt.

Das Steuerprogramm, das durch dieses Flußdiagramm dargestellt wird, wird in einem internen ROM der Systemsteuervorrichtung 57 gespeichert, wobei diese gemäß diesem Steuerprogramm arbeitet. Die Bearbeitung dieses Steuerprogramms wird in einem vorgeschriebenen Zeitintervall gestartet, und es erfolgt eine Multitask-Verarbeitung.

Zuerst führt, wenn die Verarbeitung begonnen wird, die Systemsteuerung 57 in den Schritten S10 und S30 eine parallele Verarbeitung durch.

In Schritt S10 wird auf der Basis der Spannung V und des Stroms I, die durch den Spannungssensor SV und den Stromsensor SI in der elektrischen Einstellvorrichtung 49 detektiert werden, die Betriebslast L des Brennstoffzellensystems S1 berechnet.

Die Betriebslast L% des Brennstoffzellensystems S1 wird insbesondere aus der elektrischen Leistung VI, die durch den Brennstoffzelle 29 erzeugt wird, und der elektrischen Leistung Σv_i der Hilfsausrüstung folgendermaßen bestimmt:

$$L = \{ (VI - \Sigma v_i) / VI \} \times 100$$

Die elektrische Leistung Σv_i der Hilfsausrüstung kann alternativ durch das Bereitstellen eines Spannungssensors und eines Stromsensors in jedem Stück der Hilfsausrüstung, wie dem Kompressor 25, und dem Berechnen des Gesamtwertes bestimmt werden. Wenn die elektrische Leistung zum Motor 47 von der Batterie 4 geliefert wird, so wird der Ausdruck des elektrischen Leistungsverbrauchs durch den Motor 45 aus der elektrischen Leistung Σv_i der Hilfsausrüstung entfernt.

Als nächstes wird im nächsten Schritt S20 nach dem Schritt S10 auf ein Diagramm A, das in Fig. 2 gezeigt ist, Bezug genommen, und der Druck Plod des maximalen Betriebswirkungsgrades, bei dem der Systemwirkungsgrad maximal ist, wird in Erwiderung auf die Betriebslast des Brennstoffzellensystems S1 daraus ausgelesen.

Als nächstes wird im nächsten Schritt S30 nach dem Schritt S20 die Auslaßtemperatur T vom Temperatursensor 67, der am Auslaß des Kondensators 35 montiert ist, eingelesen.

Als nächstes wird im nächsten Schritt S40 nach dem Schritt S30, auf das Diagramm B, das in Fig. 3 gezeigt ist, Bezug genommen, und der Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} , der der Auslaßtemperatur T des Kondensators 35 während des Betriebs entspricht, wird ausgelesen.

Im Schritt S50, der auf die Schritte S20 und S40 folgt, wird ein Vergleich durchgeführt, ob der Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} größer als der Druck Plod des maximalen Betriebswirkungsgrades ist.

Insbesondere wenn der Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} niedriger ist (Ergebnis NEIN), so geht der Programmfluß zu Schritt S60, wenn jedoch der Gleichgewichts-

triebsdruck P_{cnd} höher ist (Ergebnis JA), so geht der Programmfluß zu Schritt S70.

Wenn der Programmfluß zu Schritt S60 weiter geht, so wird der Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems S1, das heißt der Betriebsdruck der Brennstoffzelle 29 auf den Druck Plod des maximalen Betriebswirkungsgrades gesetzt.

Insbesondere wird der Druck der Luft 27, die der Brennstoffzelle 29 vom Kompressor 29 zugeführt wird, durch den Drucksensor 59 überwacht und die Öffnung des Druckeinstellventils 65 wird gesteuert, um einen Betriebsdruck der Luft 27, der durch den Drucksensor 59 gemessen wird, zu erzielen, der dem Druck Plod des maximalen Betriebswirkungsgrades entspricht, und der Druck der Abluft, die vom Kondensator 35 zum Combustor 37 gesandt wird, wird eingestellt. Gleichzeitig wird der Druck des reformierten Gases 23, das der Brennstoffzelle 29 vom Reformier 13 geliefert wird, durch den Drucksensor 61 überwacht, und die Öffnung des Druckeinstellventils 63 wird so gesteuert, daß man einen Betriebsdruck des reformierten Gases 23, der durch den Drucksensor 61 gemessen wird, erzielt, der dem Druck Plod des maximalen Betriebswirkungsgrades entspricht, und der Druck des reformierten Abgases, das vom Kondensator 37 zum Combustor 37 gesandt wird, wird eingestellt.

Wenn der Programmfluß jedoch zum Schritt S70 weitergeht, wird der Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems S1 auf den Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} eingestellt.

Insbesondere wird der Druck der Luft 27, die der Brennstoffzelle 29 vom Kompressor 25 geliefert wird, durch den Drucksensor 59 überwacht, und die Öffnung des Druckeinstellventils 65 wird gesteuert, um einen Betriebsdruck der Luft 27, der durch den Drucksensor 59 gemessen wird, zu erzielen, der dem Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} entspricht, und der Druck des Abgases, das vom Kondensator 35 zum Combustor 37 gesandt wird, wird eingestellt. Gleichzeitig wird der Druck des reformierten Gases 23, das vom Reformier 13 zur Brennstoffzelle 29 geliefert wird, durch den Drucksensor 61 überwacht, und die Öffnung des Druckeinstellventils 63 wird gesteuert, um einen Betriebsdruck des reformierten Gases, der durch den Drucksensor 61 gemessen wird, zu erzielen, der dem Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} entspricht, und der Druck des reformierten Abgases, das vom Kondensator 35 zum Combustor 37 gesandt wird, wird eingestellt.

Nach dem Durchführen der Bearbeitung des Schrittes S60 oder des Schrittes S70 in der oben angegebenen Art, wird wieder zum Beginn der Verarbeitung zurückgekehrt.

Gemäß der oben angegebenen Konfiguration ist es in dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung möglich, da es möglich ist, den Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems zuverlässig zu steuern, so daß er über dem Gleichgewichts-Betriebsdruck liegt, Wasser aus der Abluft im Kondensator, die den Gleichgewichts-Betriebsdruck überschritten hat, wieder zu gewinnen, und das Wasser im Wassertank zu sammeln.

Somit wird eine Erneuerung des Wassers im Tank im wesentlichen unnötig, und es ist möglich, einen kleinen Wassertank zu verwenden, um somit die Gestaltung des Systems zu verbessern, und seine Anwendung in der Praxis zu erleichtern.

Zusätzlich wird eine Verbesserung der Starteigenschaften unterhalb des Gefrierpunkts von Wasser erzielt, was es möglich macht, ein Brennstoffzellensystem zu erhalten, das nur eine kleine Menge Energie für einen Start unterhalb des Gefrierpunkts von Wasser benötigt.

Wie in Bezug auf Fig. 3 beschrieben ist, zeigt in Bezug auf die Auslaßtemperatur des Kondensators 35 der Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} , bei dem das Hineinfließen und das Herausfließen von Wasser im Brennstoffzellensy-

stems S1 ausgeglichen ist, einige Unterschiede in Abhängigkeit von der Betriebslast des Brennstoffzellensystems S1. Aus diesem Grund ist es möglich, den Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} nicht nur auf der Basis der Auslaßtemperatur T des Kondensators 35 einzustellen, sondern auch auf der Basis der Betriebslast des Brennstoffzellensystems S1. Beispielsweise wird in Fig. 3 der Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} als RD, MD und LD für einen Nennbetrieb, einen Betrieb bei mittlerer Last beziehungsweise einen Betrieb bei niedriger Last eingestellt. Durch das Vornehmen dieser Einstellungen gemäß der Betriebslast wird in dem Fall, bei dem die Außenlufttemperatur niedrig ist, und die Wasserwiedergewinnungskapazität des Kondensators 35 hoch ist, das Wasser angesammelt wird, eine Einstellung vorgenommen, um dem Systemwirkungsgrad eine Priorität zu geben. In dem Fall, bei dem die Außentemperatur hoch ist, und die Wasserwiedergewinnungskapazität des Kondensators 35 erniedrigt ist, wird eine Einstellung vorgenommen, um ein Gleichgewicht des Wassers zu erzielen, und um auch eine Verschlechterung des Systemwirkungsgrades so gut wie möglich zu unterdrücken.

Es ist auch möglich, basierend auf der Auslaßtemperatur T des Kondensators 35 und der Betriebslast L des Brennstoffzellensystems S1 den passenden Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} aus einem Diagramm, das dem Diagramm A entspricht, einzustellen, und den Druck P_{cnd} für einen maximalen Betriebswirkungsgrad aus einem Diagramm, das dem Diagramm B entspricht, zu bestimmen, wobei diese beiden dann verglichen werden und der höhere der beiden eingestellt wird.

Es wird nachfolgend eine zweite Ausführungsform eines Brennstoffzellensystems und eines dafür geeigneten Betriebsdrucksteuerverfahrens gemäß der Erfindung im Detail unter Bezug auf die Fig. 5 bis 8 beschrieben.

Wie man aus Fig. 5 sieht, ist in dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Konfiguration des gesamten Brennstoffzellensystems S2 ähnlich der, die in Fig. 1 gezeigt ist, wobei der Unterschied darin besteht, daß in dieser Ausführungsform beim Wassertank 19 ein Wasserpegelsensor 73 hinzugefügt wurde.

Der Wasserpegelsensor 73 mißt den Wasserpegel innerhalb des Wassertanks 19 und gibt den Wasserpegelwert H an die Systemsteuervorrichtung 75, basierend auf der Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v, die durch das Diagramm C, das in Fig. 6 gezeigt ist, errichtet ist, und der Auslaßtemperatur T des Kondensators 35, die getrennt gemessen wird, aus, führt einen Vergleich des Gleichgewichts-Betriebsdruckes P_{cnd}, der unter Verwendung des Diagramms D, das in Fig. 7 gezeigt ist, aufgestellt wird, und des Drucks P_{lod} des maximalen Betriebswirkungsgrades, der aus dem Diagramm der Fig. 2 errichtet wird, durch, wie das in Bezug auf die erste Ausführungsform beschrieben wurde, und stellt den Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems S2 ein.

Das Diagramm C, das in Fig. 6 gezeigt ist, ist ein Diagramm, das verwendet wird, um die Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit durch die Wasserpegeldifferenz vom Wasserpegelwert H des Wassertanks 19 zum optimalen Wert H_p zu bestimmen. Der ideale Wert H_p, der hier verwendet wird, entspricht dem Zustand, in welchem nicht zu viel und nicht zu wenig Wasser im Brennstoffzellensystem S2 vorhanden ist.

Das Diagramm D, das in Fig. 7 gezeigt ist, stellt die gegenseitige Beziehung zwischen der Auslaßtemperatur T des Kondensators 35, der Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v im Brennstoffzellensystem S2 und dem Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} der Brennstoffzelle dar. Dieses Diagramm ist für einen Nennbetrieb ausgelegt.

Insbesondere entspricht im Diagramm D die Linie der

Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v für +0 (10³ kg/Sekunde) dem Zustand, bei dem ein Gleichgewicht zwischen dem Hineinfließen und dem Herausfließen von Wasser herrscht, wobei dieses gleich wie im Diagramm B, das in Fig. 3 gezeigt ist, ist. In der positiven Richtung der Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v, beispielsweise +A, geht die Wasserwiedergewinnung gut voran, und es besteht die Neigung, daß die Menge des Wassers im Wassertank 19 steigt. In der negativen Richtung der Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v ist die Wiedergewinnung des Wassers jedoch nicht schnell genug, so daß die Neigung besteht, daß die Menge des Wassers im Tank abnimmt.

Der Betrieb des Brennstoffzellensystems S2 gemäß dieser Ausführungsform wird nachfolgend unter Bezug auf das Flußdiagramm, das in Fig. 8 gezeigt ist, beschrieben. Da das Steuerprogramm, das in diesem Flußdiagramm gezeigt ist, eine teilweise Variation des Steuerprogramms ist, das in Fig. 4 gezeigt ist, werden die entsprechenden Schritte nur kurz beschrieben oder bei der nachfolgenden Beschreibung ganz weggelassen.

Bei der Verarbeitung des Schrittes S30 und der nachfolgenden Schritte besteht eine Differenz dieser Ausführungsform in Bezug auf die erste Ausführungsform, da in Schritt S30 die Auslaßtemperatur T vom Temperatursensor 67, der am Auslaß des Kondensators 35 vorgesehen ist, eingelesen wird, und im Schritt S210 der Wasserpegelwert H im Wassertank 19 vom Wasserpegelsensor 73, der im Wassertank 19 vorgesehen ist, eingelesen wird.

Dann wird im nächsten Schritt S220 auf das Diagramm C, das in Fig. 6 gezeigt ist, Bezug genommen, und eine Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v, die diesem Wasserpegelwert H entspricht, wird eingelesen, wobei diese Geschwindigkeit als aktuelle Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v eingestellt wird.

Dann wird in einem nächsten Schritt S230 auf das Diagramm D, das in Fig. 7 gezeigt ist, Bezug genommen, und eine Linie im Diagramm D, die der aktuell eingestellten Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v entspricht, wird aufgestellt, und aus dieser Linie wird ein Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd}, der der Auslaßtemperatur T des Kondensators 35 im Betrieb entspricht, eingelesen.

Nachfolgend geht in derselben Weise, wie das für die erste Ausführungsform beschrieben wurde, der Programmfluß zu Schritt S50 weiter, an dem ein Vergleichstest durchgeführt wird, um zu bestimmen, ob der Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} größer als der Druck P_{lod} des maximalen Betriebswirkungsgrades ist. Wenn der Gleichgewichtsdruck P_{cnd} kleiner ist (Ergebnis NEIN), so geht das Verfahren zu Schritt S60, an dem der Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems S2 auf den Druck P_{lod} des maximalen Betriebswirkungsgrades eingestellt wird. Wenn jedoch der Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} größer ist, so geht das Verfahren zu Schritt S70, bei welchem der Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems S2 auf den Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} eingestellt wird.

Nach dem Durchführung des Schrittes S60 oder des Schrittes S70 in der oben beschriebenen Art wird wieder zum Beginn der Bearbeitung zurück gegangen.

In der oben beschriebenen Ausführungsform wird zusätzlich zur Wirkung, die in der ersten Ausführungsform erzielt wurde, in Erwiderung auf die Wasserpegeldifferenz vom Wasserpegelwert H im Wassertank zum optimalen Wert H_p die Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v im Brennstoffzellensystem S2 berechnet, und in Erwiderung auf die Abgastemperatur T vom Kondensator 35 und die Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v wird der Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} des Brennstoffzellensystems S2, bei dem das Hineinfließen und das Herausfließen des Was-

sers in das Brennstoffzellensystem S2 ausgeglichen ist, berechnet, wobei man das Ergebnis erhält, daß es möglich ist, eine verbesserte Steuerung durchzuführen, so daß der Betriebsdruck des Brennstoffzellensystem S2 den Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} überschreitet.

Somit wird durch die Tätigkeit des Kondensators 35, der sich auf einem Druck befindet, der den Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} übersteigt, Wasser aus dem Abgas wiedergewonnen, um somit wirksam Wasser im Wassertank 19 bis zum optimalen Wasserpegel H_p anzusammeln.

Zusätzlich wird die Einstellung so vorgenommen, daß obwohl der Leistungsverbrauch des Kompressors 35 desto größer ist, je größer der Betriebsdruck ist, in dem Fall, in dem der Wasserpegel H im Wassertank 19 niedriger als der optimale Wert H_p ist, wenn der Wasserpegel H sich dem optimalen Wert H_p nähert, der Gleichgewichts-Betriebsdruck P_{cnd} kleiner wird, so daß es möglich ist, den Betriebswirkungsgrad des Brennstoffzellensystems S2 zu erhöhen.

Obwohl diese Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für ein Beispiel beschrieben wurde, in welchem die Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit v in Erwiderung auf die Wasserpegeldifferenz zwischen dem Wasserpegelwert H im Wassertank und dem optimalen Wert H_p unter Verwendung einer linearen Funktion, wie sie in Diagramm C gezeigt ist, berechnet wurde, ist es offensichtlich, daß ein anderer Typ einer kontinuierlichen Funktion verwendet werden kann. In einigen Fällen ist es möglich, eine diskrete Funktion zu verwenden, wie beispielsweise eine Funktion, die einen positiven Wert annimmt, wenn der Wasserpegel im Wassertank einen vorgeschriebenen unteren Pegelwert annimmt, und einen negativen Wert, wenn er einen vorgeschriebenen oberen Pegelwert annimmt.

Es ist weiter möglich, das Diagramm D der zweiten Ausführungsform ähnlich wie in dem Fall beim Diagramm B in der ersten Ausführungsform gemäß der Betriebslast des Brennstoffzellensystems zu kompensieren.

Der Wassertank kann ein Tank sein, der eine gemischte Flüssigkeit, die Wasser enthält, sammelt.

Zusätzlich ist es natürlich möglich, auch wenn in den vorangegangenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung die Auslaßtemperatur des Kondensators verwendet wurde, beispielsweise die Rohrtemperatur am Auslaß des Kondensators zu verwenden.

Während in den vorangehenden Ausführungsformen das Gas, das Sauerstoff enthält, Luft ist, kann im Prinzip ein anderes Gas, das Sauerstoff enthält, verwendet werden, so daß keine Beschränkung auf die Verwendung von Luft besteht.

Während die oben beschriebenen Ausführungsformen Methanol als Brennstoff verwenden, kann im Prinzip ein anderer Brennstoff, der Wasserstoff enthält, verwendet werden, und natürlich ist der Brennstoff nicht auf die Verwendung von Methanol begrenzt.

Der gesamte Inhalt einer Patentanmeldung Nr. TOKUGANHEI 11-196058 mit einem Einreichungsdatum vom 9. Juli 1999 in Japan wird hiermit durch Bezugnahme eingeschlossen.

Obwohl die Erfindung oben unter Bezug auf gewisse Ausführungsformen der Erfindung beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen begrenzt. Modifikationen und Variationen der oben beschriebenen Ausführungsformen werden im Licht der Lehre für den Fachmann deutlich. Der Umfang der Erfindung wird unter Bezug auf die folgenden Ansprüche definiert.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem, umfassend:

einen Wassertank;

einen Reformier, der reformiertes Gas durch das Reformieren eines Brennstoffs unter Verwendung von Wasser aus dem Wassertank erhält;

eine Brennstoffzelle, die elektrische Leistung unter Verwendung des reformierten Gases vom Reformier und eines Gases, das Sauerstoff enthält, erzeugt;

einen Kondensator, der Wasser aus dem Abgas der Brennstoffzelle wiedergewinnt, wobei das durch den Kondensator wieder gewonnene Wasser in den Wassertank rückgeführt wird;

einen Abgastemperaturdetektor, der die Temperatur des Abgases vom Kondensator mißt; und

eine Betriebsdrucksteuervorrichtung die den Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems steuert,

wobei die Betriebsdrucksteuervorrichtung in Erwiderung auf die Temperatur des Abgases vom Kondensator, das durch den Abgastemperaturdetektor gemessen wird, einen Gleichgewichts-Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems berechnet, bei welchem das Hineinfließen und das Herausfließen von Wasser im Brennstoffzellensystem sich in einem Gleichgewicht befindet, in Erwiderung auf die Betriebslast des Brennstoffzellensystems, sie einen Druck für einen maximalen Betriebswirkungsgrad, bei dem der Betriebswirkungsgrad des Brennstoffzellensystems maximal ist, berechnet, und sie eine Steuerung des Betriebsdrucks des Brennstoffzellensystems durchführt, um einen höheren Druck des Gleichgewichts-Betriebsdrucks und des Drucks eines maximalen Betriebswirkungsgrades zu erzielen.

2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei es weiter einen Combustor umfaßt, der das reformierte Gas, das im Abgas des Kondensators eingeschlossen ist, verbrennt, um die Verbrennungswärme zu erhalten, die als Wärmequelle für den Reformier verwendet wird.

3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei es weiter einen Wasserpegeldetektor, der den Wasserpegelwert im Wassertank ermittelt, umfaßt, wobei die Betriebsdrucksteuervorrichtung in Erwiderung auf den Wasserpegelwert, der durch den Wasserpegeldetektor detektiert wurde, eine Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit im Brennstoffzellensystem berechnet.

4. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 3, wobei die Betriebsdrucksteuervorrichtung in Erwiderung auf die Temperatur des Abgases des Kondensators, die durch den Abgastemperaturdetektor detektiert wird, und der Wasserwiedergewinnungsgeschwindigkeit im Brennstoffzellensystem, den Gleichgewichts-Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems berechnet.

5. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei die Betriebsdrucksteuervorrichtung unter Berücksichtigung der Betriebslast des Brennstoffzellensystems den Gleichgewichts-Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems berechnet.

6. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei der Abgastemperaturdetektor eine Temperatur eines Gases, das Sauerstoff enthält und das vom Kondensator abgegeben wird, mißt.

7. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei der Abgastemperaturdetektor die Temperatur des reformierten Gases, das vom Kondensator abgegeben wird, mißt.

8. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei die Betriebsdrucksteuervorrichtung in Erwiderung auf die elektrische Leistung, die durch die Brennstoffzelle erzeugt wird, und die elektrische Leistung der Hilfsausrüstung die Betriebslast des Brennstoffzellensystems

berechnet.

9. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei die Betriebsdrucksteuervorrichtung den Betriebsdruck der Brennstoffzelle steuert.

10. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei das Gas, das Sauerstoff enthält, Luft ist.

11. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, wobei der Brennstoff Methanol ist.

12. Brennstoffzellensystem, umfassend:

einen Wassertank; 10

einen Reformier, der reformiertes Gas durch das Reformieren eines Brennstoffs unter Verwendung von Wasser aus dem Wassertank erhält;

eine Brennstoffzelle, die elektrische Leistung unter Verwendung des reformierten Gases vom Reformier 15 und des Gases, das Sauerstoff enthält, erzeugt;

einen Kondensator, der Wasser aus dem Abgas von der Brennstoffzelle wiedergewinnt, wobei das durch den Kondensator wiedergewonnene Wasser in den Wassertank zurück geführt wird; 20

eine Abgastemperaturdetektionsvorrichtung für das Detektieren der Temperatur des Abgases vom Kondensator; und

eine Betriebsdrucksteuervorrichtung für das Steuern des Betriebsdrucks des Brennstoffzellensystems, 25

wobei die Betriebsdrucksteuervorrichtung in Erwiderung auf die Temperatur des Abgases vom Kondensator, die durch die Abgastemperaturdetektionsvorrichtung detektiert wird, den Gleichgewichts-Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems berechnet, an dem 30

das Hineinfließen und das Herausfließen von Wasser im Brennstoffzellensystem sich im Gleichgewicht befindet, in Erwiderung auf die Betriebslast des Brennstoffzellensystems, sie den Druck des maximalen Betriebswirkungsgrades, an dem der Betriebswirkungsgrad des Brennstoffzellensystems maximal ist, berechnet, 35

und sie die Steuerung des Betriebsdrucks des Brennstoffzellensystems so durchführt, daß ein höherer Druck des Gleichgewichts-Betriebsdrucks und des Drucks des maximalen Betriebswirkungsgrades erzielt 40

wird.

13. Verfahren zur Steuerung des Betriebsdrucks eines Brennstoffzellensystems, das einen Wassertank, einen Reformier, der ein reformiertes Gas durch das Reformieren eines Brennstoffs unter Verwendung von Wasser 45

aus dem Wassertank erzielt, eine Brennstoffzelle, die elektrische Leistung unter Verwendung des reformierten Gases vom Reformier und eines Gases, das Sauerstoff enthält, erzeugt, und einen Kondensator, der 50

Wasser aus dem Abgas der Brennstoffzelle wiedergewinnt, und das Wasser in den Wassertank zurückführt, aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt:

Detektieren der Temperatur des Abgases vom Kondensator; 55

Berechnen des Gleichgewichts-Betriebsdruckes der Brennstoffzelle, bei dem das Hineinfließen und das Herausfließen des Wassers im Brennstoffzellensystem ausgeglichen ist, in Erwiderung auf die Temperatur des Abgases vom Kondensator; 60

Berechnen der Betriebslast des Brennstoffzellensystems;

Berechnen des Drucks des maximalen Betriebswirkungsgrades, bei dem der Betriebswirkungsgrad des Brennstoffzellensystems maximal ist; und 65

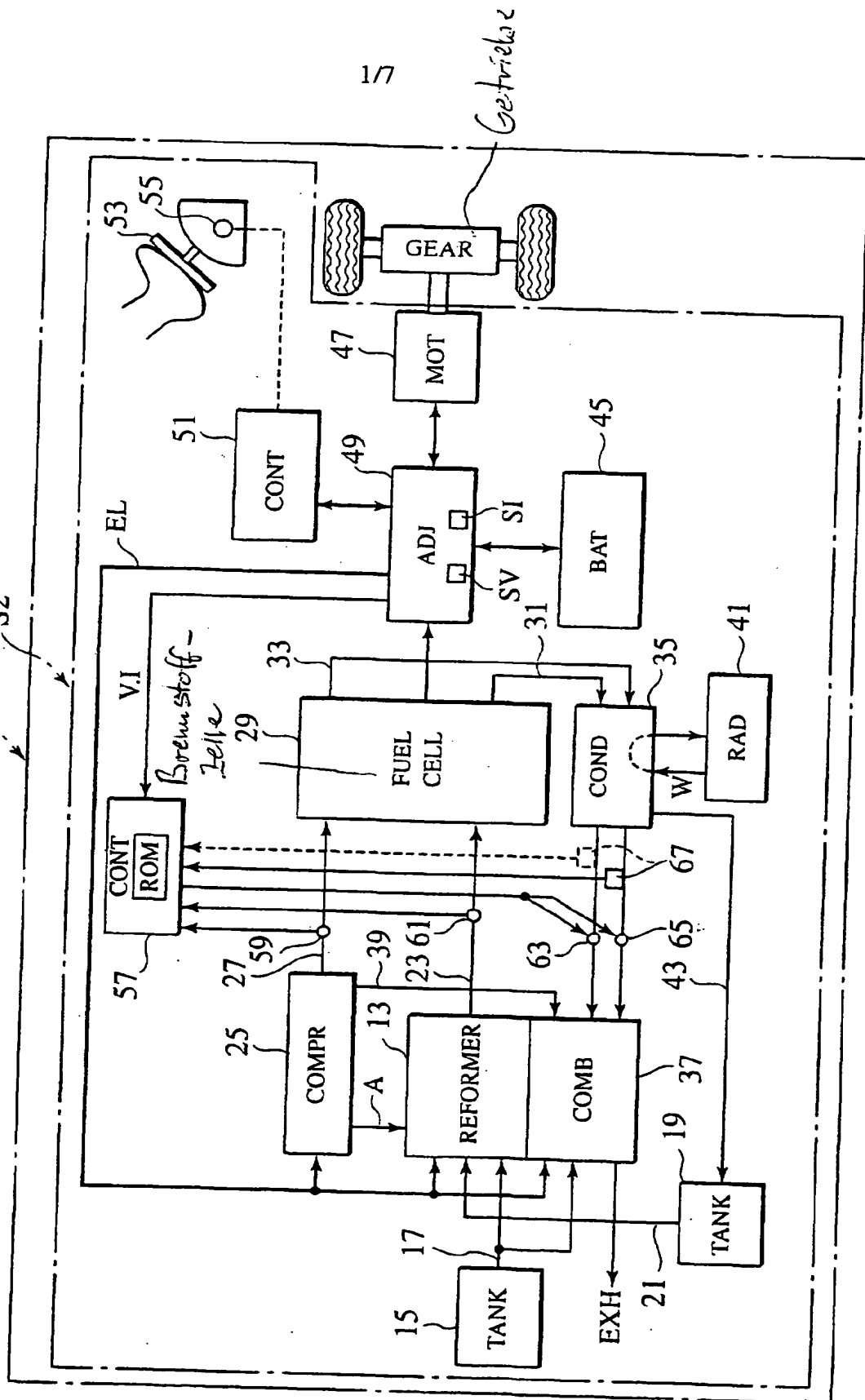
Steuern des Betriebsdruckes des Brennstoffzellensystems, um einen höheren Druck des Gleichgewichts-Betriebsdruckes und des Druckes des maximalen Be-

triebswirkungsgrades zu erzielen.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

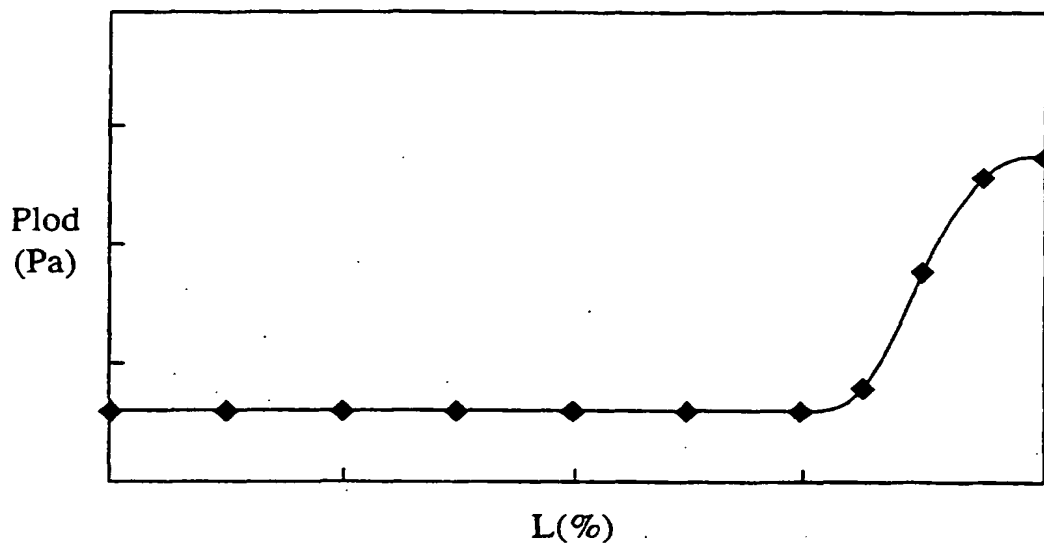
FIG. 1



Diagramm

MAP A

FIG.2



Diagramm

MAP B

FIG.3

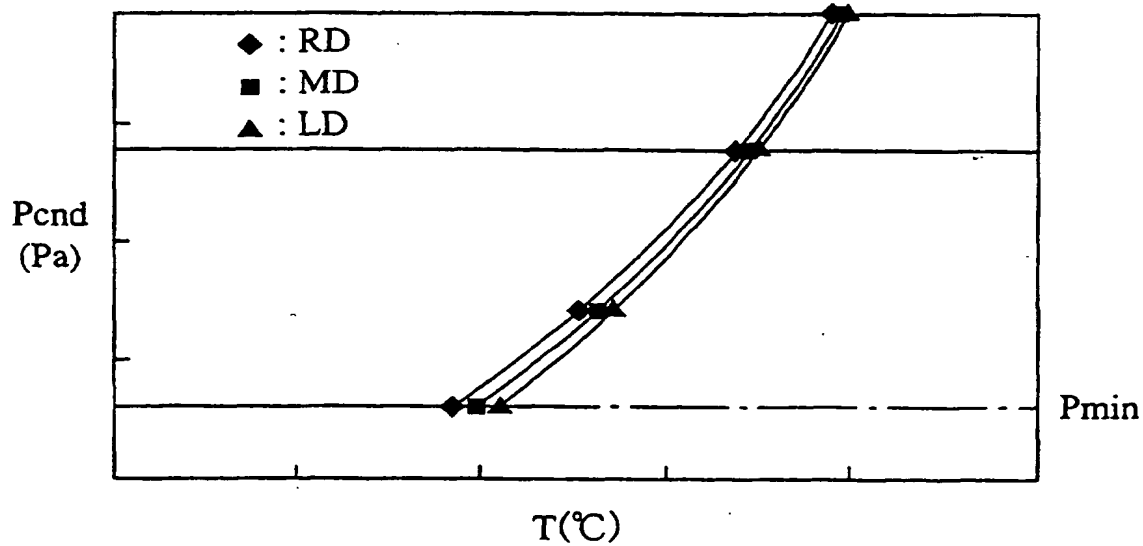


FIG. 4

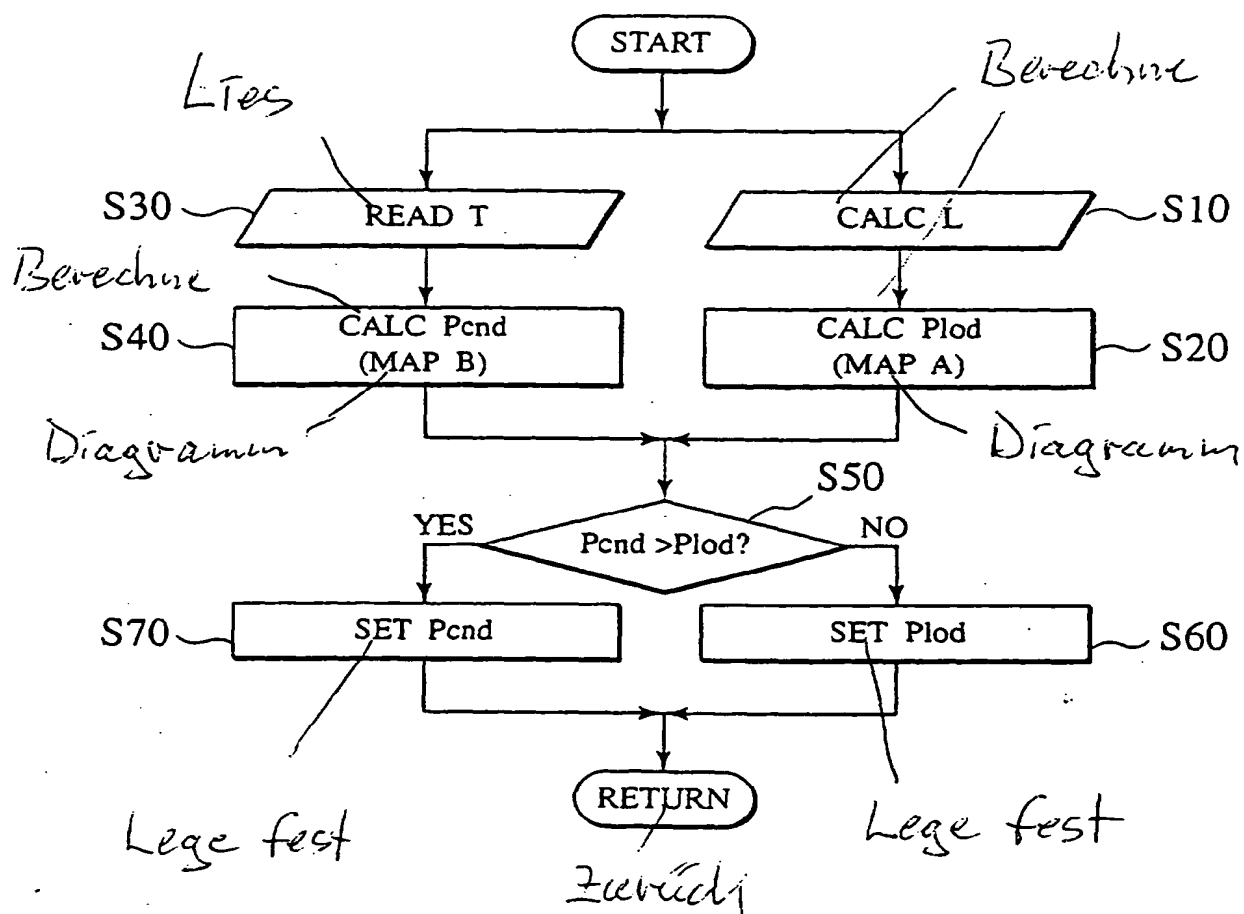


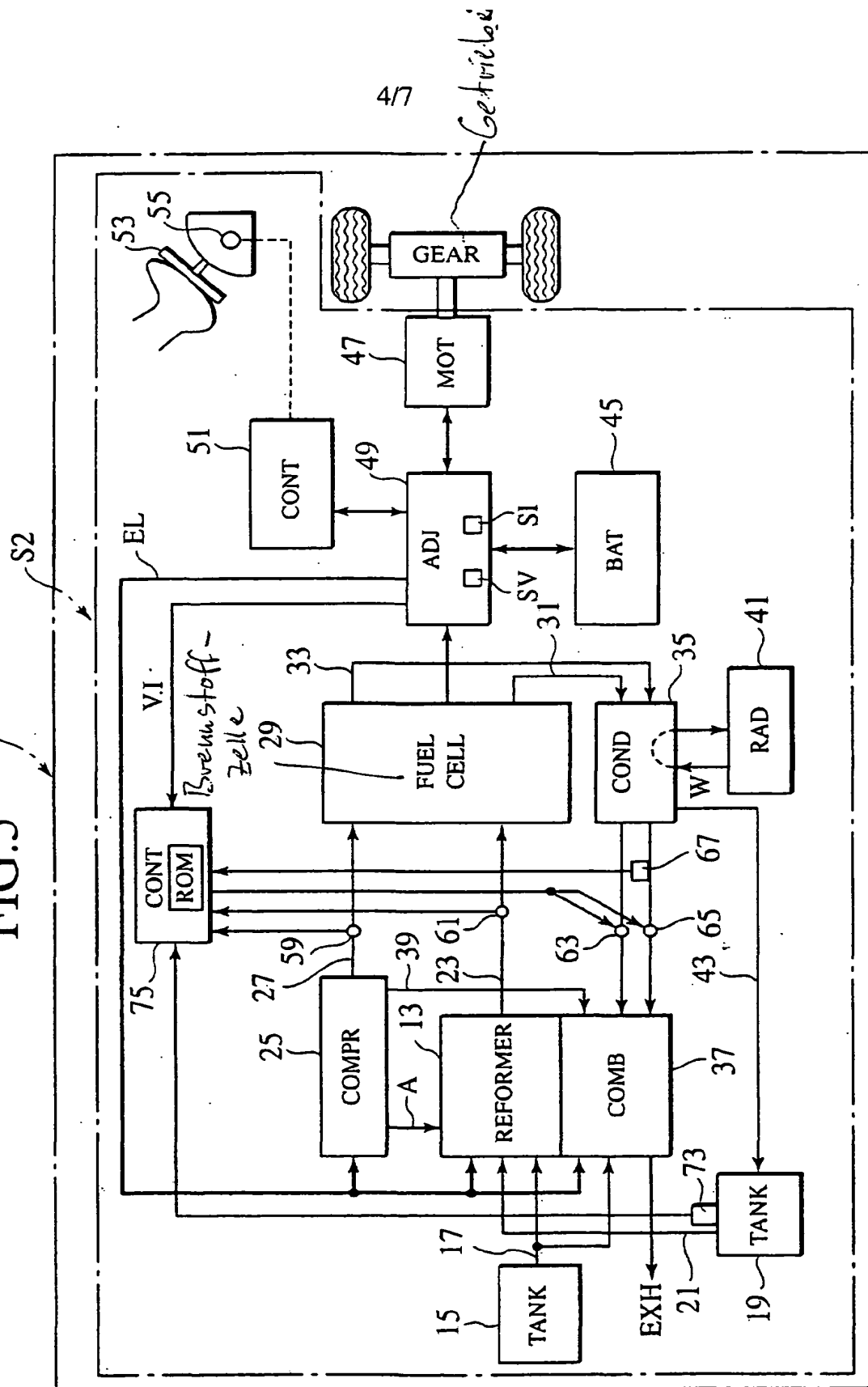
FIG. 5⁷¹

Diagramm
MAP C

FIG.6

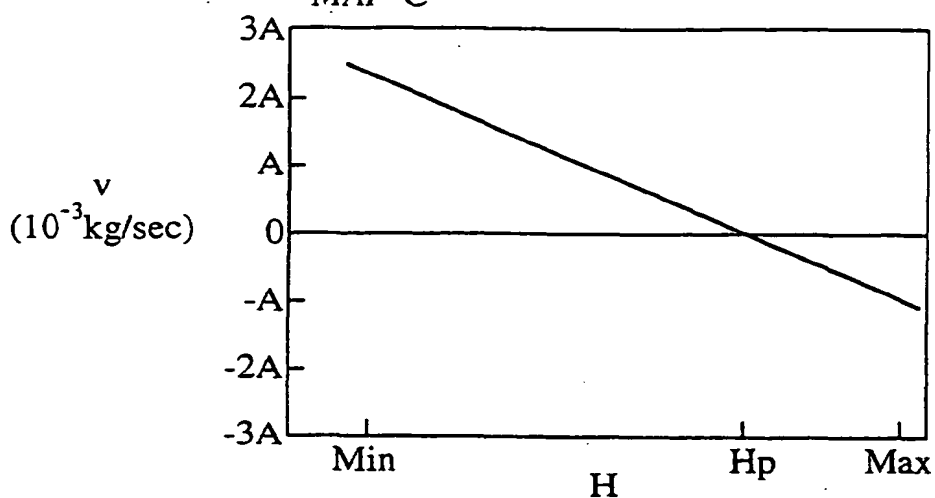


FIG.7

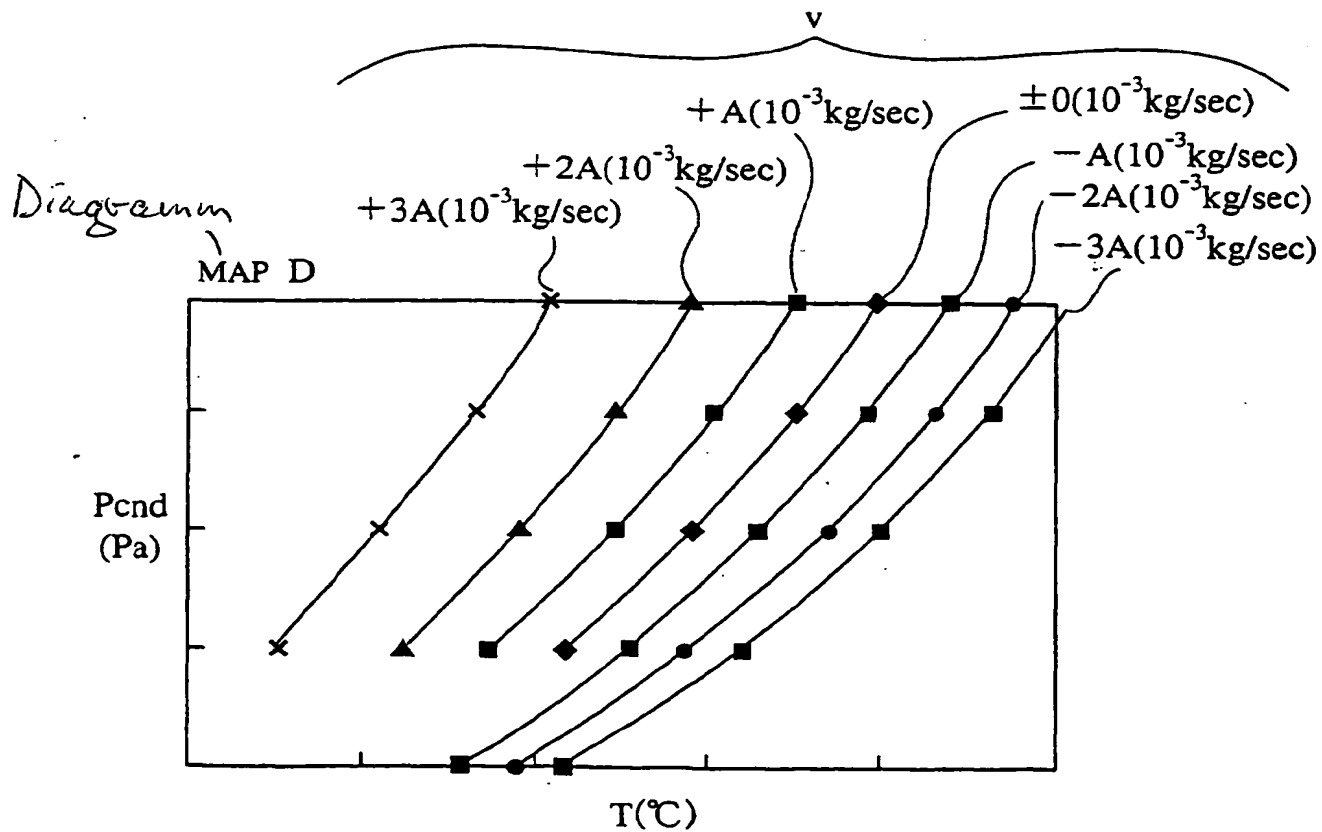


FIG.8

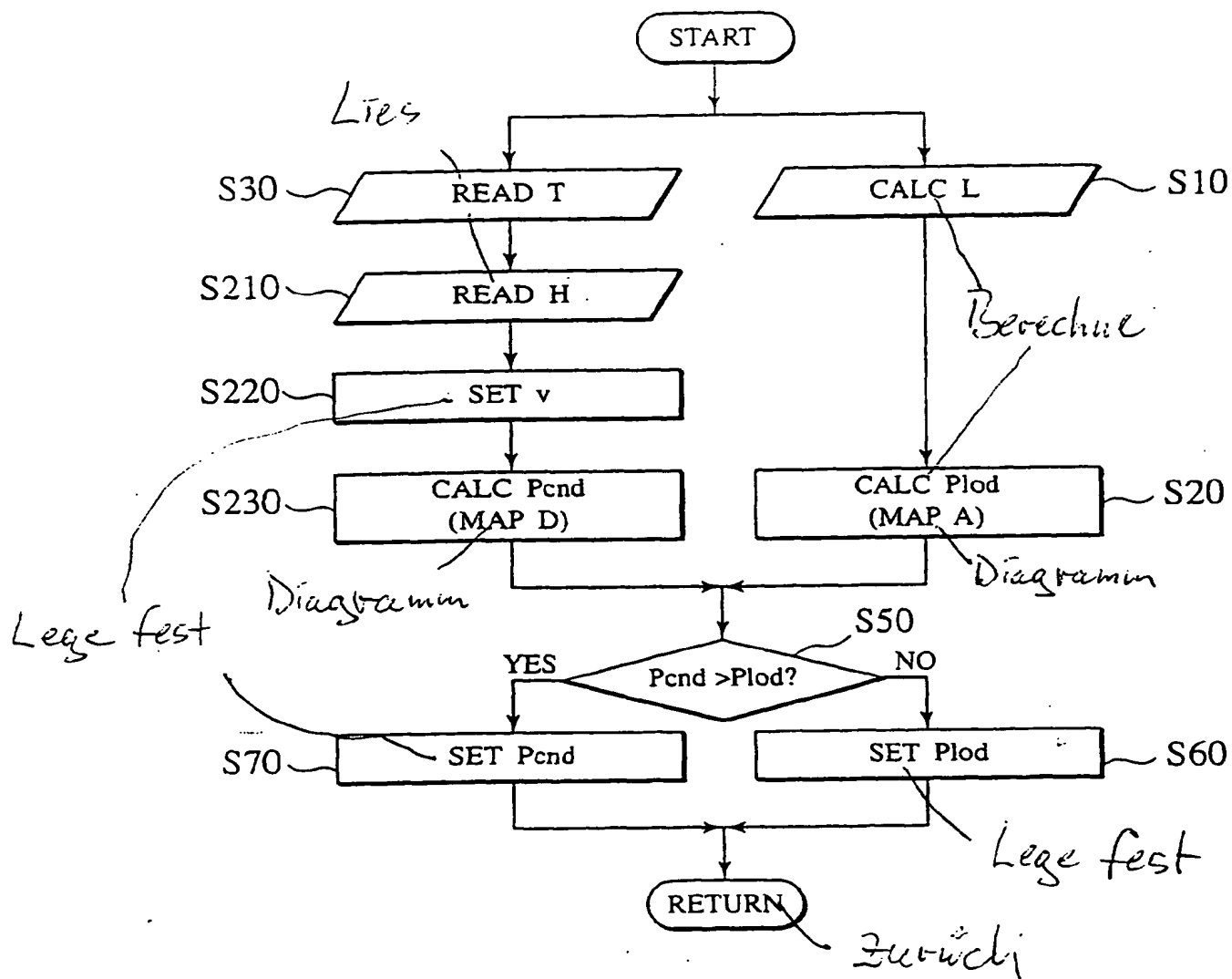


FIG.9

